ISSN 2082-0666

infos

BAS
BIURO ANALIZ SEJMOWYCH

nr 4(164) • 20 lutego 2014

zagadnienia społeczno-gospodarcze

The paper overviews negative emissions technologies (NETs), i.e. the novel processes that aim to remove greenhouse gases from the atmosphere and hold them in long-term storage. The article provides an overview of selected technologies and summarises the environmental, social and economic issues they raise. This article is an abridged translation of 'Negative Emissions Technologies' report published by the UK Parliamentary Office of Science & Technology, Houses of Parliament (POSTnote No. 447, October 2013).

Negative emissions technologies

OD REDAKCJI

W polityce klimatycznej podstawowym wyzwaniem jest powstrzymanie wzrostu stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze. Dąży się do tego głównie przez redukcję emisji związanych z działalnością człowieka. W ostatnich latach coraz częściej zwraca się też uwagę na inne możliwości oddziaływania na klimat. Chodzi o tzw. metody geoinżynieryjne, zakładające np. regulowanie ilości docierającego do Ziemi promieniowania słonecznego (przez rozpylanie w stratosferze aerozoli absorbujących promieniowanie) czy bezpośrednie wychwytywanie z atmosfery i składowanie dwutlenku węgla (omówione w niniejszym artykule). Żadna z nich nie jest dziś gotowa do zastosowania na dużą skalę, niemniej są one przedmiotem badań naukowych oraz debaty publicznej. Oprócz nadziei na rozwiązanie problemu ocieplającego się klimatu pojawiają się też obawy, że te metody mogą wywołać nieprzewidziane skutki dla klimatu i będą stanowić pretekst do ograniczenia podejmowanych dotychczas działań służących redukcji emisji.

Jeśli emisja gazów cieplarnianych nie zostanie ograniczona w wystarczającym stopniu, to w celu spowolnienia skutków globalnego ocieplenia konieczne może okazać się sztuczne przyspieszenie tempa, w jakim te gazy są usuwane z atmosfery. Dyskusja na temat międzynarodowej strategii walki z globalnym ociepleniem koncentruje się wokół tego, jak ograniczyć wzrost średniej globalnej temperatury do poziomu nieprzekraczającego 2° C w porównaniu z temperaturą występującą w epoce przedprzemysłowej. Poziom ten uznawany jest za maksymalny, przy którym możliwe jest uniknięcie najbardziej niekorzystnych skutków zmian klimatycznych.

Według danych przedstawionych w Piątym Raporcie Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu[1] (IPCC) w 2011 r. działalność człowieka spowodowała emisję 38 Gt (mld ton) dwutlenku węgla, natomiast łącznie w epoce przemysłowej emisje spowodowane działalnością ludzką osiągnęły poziom 1947 Gt. Osiągnięcie prawdopodobieństwa powyżej 50%, że wzrost temperatury w porównaniu z epoką przedprzemysłową nie będzie większy niż 2° C, wymaga zagwarantowania, iż skumulowane emisje nie przekroczą pułapu 4437 Gt.

Omawiane technologie NET *(negative emission technologies*) to geoinżynieryjne metody usuwania gazów cieplarnianych z atmosfery, polegające na ingerencji w system klimatyczny w celu złagodzenia globalnego ocieplenia.

[1] http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.Uvt6Y_tsGVE.

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

DOSTĘPNE METODY

Szacunkowe dane dotyczące skali potencjalnego rocznego usuwania dwutlenku węgla przez metody NET są obarczone znacznym ryzykiem błędu. Osiągnięcie przez nie poziomu wydajności, przy którym mogłyby mieć istotny wpływ na rozmiary emisji gazów cieplarnianych, zajęłoby prawdopodobnie co najmniej 20 lat.

WAPNOWANIE OCEANÓW

Wapnowanie oceanów wymagałoby uprzedniego prażenia wapienia dla uzyskania wapna (powstający w tym procesie dwutlenek węgla byłby wychwytywany i składowany geologicznie), które następnie trafiałoby do wód oceanów. Wapno wchodzi w reakcję z dwutlenkiem węgla rozpuszczonym w wodzie morskiej, tworząc wodorowęglan wapnia i umożliwiając w ten sposób wchłonięcie przez wodę morską dodatkowych ilości dwutlenku węgla z atmosfery. Ta metoda teoretycznie mogłaby umożliwić usuwanie ok. 10 Gt dwutlenku węgla rocznie.

PRZYŚPIESZONE WIETRZENIE

Skały zawierające krzemiany po rozpuszczeniu się w wodzie morskiej lub deszczowej wchłaniają dwutlenek węgla. Niektóre organizmy morskie potrafią wykorzystywać węgiel do budowy muszli i szkieletu, które po ich śmierci opadają na dno. Zastosowanie tej metody polegałoby na dostarczeniu drobno zmielonych skał zawierających krzemiany do wody morskiej lub gleby w celu przyśpieszenia tego procesu. Ta metoda ma w znacznej mierze charakter koncepcyjny, ponieważ wyniki uzyskane w eksperymentach laboratoryjnych muszą jeszcze zostać powtórzone i potwierdzone w badaniach terenowych, w których tempo wietrzenia jest zazwyczaj wolniejsze o 2–4 rzędy wielkości. W odpowiednich warunkach użycie tej metody pozwoliłoby rocznie wychwycić do 3,7 Gt dwutlenku węgla.

NAWOŻENIE OCEANÓW

Dodawanie składników odżywczych do wody morskiej mogłoby przyśpieszyć rozwój organizmów mających zdolność fotosyntezy i usuwania dwutlenku węgla z wody morskiej, dzięki czemu oceany byłyby w stanie wchłonąć dodatkowe jego ilości z atmosfery. Pewna część tych organizmów po śmierci opadnie na dno, wiążąc węgiel na stulecia. Nawożenie oceanów mogłoby zapewnić pochłanianie do 1 Gt dwutlenku węgla rocznie.

ZALESIANIE

W ekosystemach leśnych zakumulowane jest w przybliżeniu dwa razy więcej dwutlenku węgla niż znajduje się go w atmosferze, a poprzez rozszerzenie powierzchni lasów ilość tę można powiększyć. Zalesienie gruntów o powierzchni 2,64 mln km^2 (obszar większy niż powierzchnia Wielkiej Brytanii) mogłoby przyczynić się do zakumulowania 0,7–1,54 Gt dwutlenku węgla rocznie.

SPALANIE BIOMASY W POŁĄCZENIU Z SEKWESTRACJĄ DWUTLENKU WĘGLA

Technologia określana jako BECCS (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage*) polega na połączeniu dwóch metod powszechnie używanych w działaniach na rzecz ograniczania emisji: spalania biomasy oraz wychwytywania i składowania dwutlenku węgla. Rośliny energetyczne pochłaniają dwutlenek węgla, po czym pochodząca z nich biomasa jest spalana lub przetwarzana na paliwo (np. etanol). 80–90% dwutlenku węgla uwolnionego podczas spalania lub przetwarzania może zostać pochłonięte za pomocą tej metody. Dzięki jej wykorzystaniu możliwe byłoby składowanie geologiczne 0,8–3,2 Gt dwutlenku węgla rocznie.

BIOWĘGIEL

Biowęgiel jest otrzymywany przez termiczne przetwarzanie bez dostępu tlenu biomasy (zawierającej dwutlenek węgla zaabsorbowany w procesie fotosyntezy). W ten sposób można wytwarzać energię odnawialną, składując jednocześnie dwutlenek węgla na wiele stuleci w postaci biowęgla. Jego produkcja może zapewnić składowanie maksymalnie 1,8–3,3 Gt dwutlenku węgla rocznie.

SKŁADOWANIE WĘGLA W GLEBIE

Materia organiczna gleby zawiera znacznie więcej węgla niż znajduje się go w atmosferze i biomasie razem. Wśród proponowanych metod zwiększenia zawartości węgla w glebie wskazuje się m.in. ograniczenie orki i niektórych sposobów wypasu. Metody te mogą zapewnić sekwestrację dwutlenku węgla maksymalnie na poziomie odpowiednio 0,77 i 0,55 Gt rocznie, choć będzie można ją stosować tylko do osiągnięcia stanu nasycenia gleby.

WYCHWYTYWANIE BEZPOŚREDNIO Z POWIETRZA

Istnieje kilka sposobów bezpośredniego wychwytywania atmosferycznego dwutlenku węgla. Obejmują one następujące etapy:

- dwutlenek węgla jest wychwytywany z powietrza podczas przejścia przez sorbent chemiczny, który wchłania go lub wiąże na swojej powierzchni,
- sorbent jest ogrzewany i przemywany w celu uwolnienia dwutlenku węgla, który następnie jest składowany geologicznie.

Największą słabością tej metody – oprócz czynników społeczno-ekonomicznych – są ograniczone możliwości składowania geologicznego (ramka 1). Metody bezpośredniego wychwytywania z powietrza mają duży potencjał zwiększania wydajności i teoretycznie mogłyby zapewniać usunięcie ok. 10 Gt dwutlenku węgla rocznie.

RAMKA 1. GEOLOGICZNE SKŁADOWANIE DWUTLENKU WĘGLA

Wykorzystanie niektórych metod usuwania dwutlenku węgla uzależnione jest od składowania geologicznego sprężonego dwutlenku węgla, który jest wtłaczany do nieużywanych pól naftowych i gazowych lub w solankowe poziomy wodonośne, tak jak w konwencjonalnej technologii wychwytywania i składowania węgla (CCS).

- W badaniu przeprowadzonym przez UE ostrożnie szacuje się, że w całej Europie możliwe jest składowanie 117 Gt dwutlenku węgla.
- Szacunki kosztów składowania geologicznego różnią się o dwa rzędy wielkości w zależności od lokalizacji składowiska.
- W 2012 r. na świecie 16 projektów geologicznego składowania było na etapie eksploatacji lub w budowie. Według Naukowej Rady Doradczej Akademii Europejskich (European Academies Science Advisory Council) tylko kilka z nich ma zapewnione odpowiednie monitorowanie.

Dyrektywa w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (2009/31/WE) zawiera następujące wytyczne:

- zagwarantowanie braku istotnego zagrożenia wyciekiem oraz szkodliwym wpływem na zdrowie ludzkie lub środowisko,
- konieczność monitorowania przez operatorów składowiska przez 20 lat po jego zamknięciu (potem odpowiedzialność przechodzi na państwo).

WPŁYW NA ŚRODOWISKO

Wszystkie metody usuwania gazów cieplarnianych wywierają wpływ na środowisko naturalne.

OCEANY

Wpływ technologii usuwania gazów cieplarnianych na oceany jest mało rozpoznany. Krążenie wód w oceanach sprawia, że przeprowadzenie długookresowej oceny wpływu metod NET na ekosystemy morskie jest trudne. Wśród ewentualnych konsekwencji ich stosowania można wskazać:

- niezamierzone użyźnienie wód morskich w przypadku, gdyby rozpuszczanie się skał poddanych przyspieszonemu wietrzeniu uwolniło substancje nieulegające rozpuszczaniu w normalnych warunkach,
- podwyższona w niektórych miejscach zasadowość wód; konsekwencje tego zjawiska nie są znane, choć przypuszczalnie są negatywne,
- zaburzenie ekosystemu morskiego w obszarach zasilanych substancjami odżywczymi.

Jednak te metody mogą też przynieść korzyści, np. wapnowanie oceanów może zmniejszać kwasowość wód w rejonie raf koralowych, a nawożenie może przyczynić się do zwiększenia zasobów ryb. Postuluje się, aby stały się one przedmiotem umów międzynarodowych (ramka 2).

RAMKA 2. REGULACJE DOTYCZĄCE „MORSKICH" METOD USUWANIA GAZÓW CIEPLARNIANYCH

Usuwanie gazów cieplarnianych do mórz jest obecnie zakazane (z wyjątkiem działań pilotażowych) na podstawie konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu mórz przez zatapianie odpadów i innych substancji (1972 r.), najczęściej określanej jako konwencja londyńska.

- Konwencja zakazuje usuwania do morza odpadów mogących zagrażać ludzkiemu zdrowiu, wyrządzać szkodę zasobom żywym, florze i faunie morskiej lub utrudniać wszystkie inne prawnie dopuszczalne sposoby użytkowania morza.
- Protokół z 1996 r. zakazuje zatapiania odpadów i innych substancji poza wymienionymi w aneksie.
- Proponowana nowelizacja (dyskutowana w październiku 2013 r.) miałaby umożliwić objęcie tych metod regulacjami, a zgoda na prowadzenie badań dotyczących nawożenia oceanów miałaby być pierwszym krokiem na tej drodze. W myśl tej propozycji ustanowiony ma zostać mechanizm ułatwiający wprowadzanie zmian do umowy tak, aby umożliwić objęcie regulacjami kolejnych metod usuwania gazów cieplarnianych (np. przyspieszone wietrzenie, wapnowanie oceanów).

Natomiast Konferencja Stron Konwencji o Różnorodności Biologicznej wymaga, aby nie stosować morskich technologii (oprócz prowadzonych pod nadzorem badań na ograniczoną skalę), dopóki ich efektywności nie uda się przekonująco dowieść na gruncie badań naukowych.

GOSPODAROWANIE ZIEMIĄ

Prowadzone na wielką skalę zalesianie, zastosowanie metody BECCS czy biowęgla wymagają wykorzystania wielkich powierzchni ziemi. Może powstać dylemat, czy przeznaczać dane grunty na cele związane z technologiami usuwania gazów cieplarnianych, czy na cele związane z rolnictwem lub ochroną przyrody. W kontekście metod usuwania gazów cieplarnianych można wskazać następujące wyzwania związane z gospodarowaniem ziemią:

- zwiększona rywalizacja o wodę i azot,
- niezamierzone nasilenie ocieplenia klimatu (szczególnie w wysokich szerokościach geograficznych), gdyż lasy odbijają mniej promieniowania słonecznego niż pola uprawne,
- zagrożenie pożarami lasów,
- zagrożenia dla różnorodności biologicznej, szczególnie tam, gdzie lasy są karczowane pod użytki rolne.

Zgodnie z ocenami niektórych organizacji pozarządowych zapotrzebowanie na grunty pod uprawę biopaliw doprowadziło do rabunkowej gospodarki ziemią i przyniosło niekorzystne skutki ekologiczne i społeczne, szczególnie dla rolników w krajach rozwijających się. Jednak inwestowanie w produkcję biomasy – o ile jest dobrze zaplanowane i realizowane – może przynosić pozytywne skutki społeczne oraz korzyści dla różnorodności biologicznej.

Przyrost populacji i zmiany w sposobie odżywiania spowodują, że do roku 2050 na produkcję żywności może być potrzebne kolejne 2 mln km^2 ziemi (a więc terytorium ośmiokrotnie większe od powierzchni Wielkiej Brytanii). Bez dalszej intensyfikacji rolnictwa potrzebnych może być nawet 10 mln km^2, a więc obszar większy niż powierzchnia USA. Z tak dużym popytem na ziemię uprawną będą musiały konkurować działania wdrażające metody NET. Tymczasem samo osiągnięcie pełnego potencjału wychwytywania dwutlenku węgla za pomocą biowęgla wymagać będzie założenia upraw o areale 5,56 mln km^2 (więcej niż połowa powierzchni USA).

Podanych powyżej wielkości sekwestracji przy zastosowaniu BECCS i biowęgla nie można osiągnąć jednocześnie, ale da się tak wdrożyć te metody, aby uniknąć problemów związanych z pozyskiwaniem gruntów, np. dzięki wykorzystaniu metody BECCS do biomasy morskiej (jeśli okazałoby się, że wpływ na środowisko jej uprawy jest możliwy do przyjęcia) oraz zastosowaniu przenośnych urządzeń do produkcji biowęgla z biomasy odpadowej.

GLEBY

Gleby stanowią złożony ekosystem, a ingerencja w niego może mieć wielowymiarowe konsekwencje. Stosowanie biowęgla i ograniczenie głębokiej orki może przynieść lepsze plony dzięki poprawie wilgotności i zatrzymywaniu substancji odżywczych, zmniejszeniu zapotrzebowania na irygację i nawozy syntetyczne oraz zmniejszenie zanieczyszczenia wód. Zarówno biowęgiel, jak i przyspieszone wietrzenie można stosować zamiast wapnowania gleb. Jednak w razie pojawienia się negatywnych skutków ubocznych usunięcie biowęgla lub krzemianów z gleby będzie niemożliwe. Tymczasem użycie niektórych rodzajów krzemianów na glebach rolnych może doprowadzić do wchłaniania przez rośliny metali toksycznych. Choć biowęgiel może zmniejszać emisję podtlenku azotu i metanu, to ograniczenie orki może doprowadzić do jej zwiększenia.

KWESTIE SPOŁECZNE

Zastosowanie metod usuwania gazów cieplarnianych wymagałoby przeznaczenia zasobów, które mogą zostać spożytkowane w inny sposób. Na przykład wapnowanie oceanów, pozwalające wychwycić rocznie 3,7 Gt dwutlenku węgla, wymagałoby zaangażowania środków przewyższających moce produkcyjne światowego przemysłu cementowego.

Kilka metod usuwania gazów cieplarnianych bazuje na geologicznym składowaniu dwutlenku węgla. Komisja Nauki i Technologii brytyjskiej Izby Gmin podkreśliła znaczenie zaangażowania opinii publicznej w debatę dotyczącą geologicznego składowania dwutlenku węgla. W Holandii odstąpiono od geologicznego składowania we względu na lokalne protesty wynikające z obaw o bezpieczeństwo i niewystarczające zaangażowanie lokalnych podmiotów w proces decyzyjny. W innych państwach europejskich realizacja projektów geologicznego składowania została

zawieszona lub przerwana z podobnych przyczyn. Sprzeciw brytyjskiej opinii publicznej jest mniej donośny, ponieważ Wielka Brytania ma duży potencjał podmorskiego składowania geologicznego. Ci, którzy nie znają celów składowania geologicznego, w większości nie mają zdania na ten temat lub są negatywnie nastawieni. Jednak osoby dysponujące choćby podstawowymi informacjami na temat znaczenia składowania geologicznego dla zmniejszania zawartości dwutlenku węgla w atmosferze są nastawione bardziej przychylnie.

KOSZTY

Decyzje o wdrożeniu metod usuwania gazów cieplarnianych zależeć będą od ich kosztów, szczególnie w porównaniu z wydatkami na łagodzenie zmian klimatycznych lub stratami spowodowanymi przez te zmiany. Jak podaje się w Raporcie Sterna[2], te koszty wynoszą odpowiednio około 27 i 85 dolarów za tonę dwutlenku węgla, choć założenia leżące u podstaw tych wyliczeń są przedmiotem dyskusji. Metody NET znajdują się w początkowej fazie badań i zostaną dopiero sprawdzone w praktyce, przez co nakłady na nie są trudne do określenia. Nie ma ogólnie przyjętych norm szacowania kosztów metod NET, a istniejące wyliczenia zależą od przyjętych założeń wstępnych. Na przykład w niektórych badaniach szacuje się, że koszty metody BECCS nie przekroczą 85 dolarów za tonę składowanego dwutlenku węgla, podczas gdy w innych podawane są wartości trzykrotnie wyższe. Także szacowane koszty wychwytywania bezpośrednio z powietrza różnią się między sobą znacznie. Większość specjalistów podziela wątpliwości dotyczące tego, czy w perspektywie krótkoterminowej metody usuwania gazów cieplarnianych staną się na tyle przystępne pod względem finansowym, aby można było ograniczyć wysiłki na rzecz ograniczenia emisji.

Wśród proponowanych sposobów finansowania metod NET wskazuje się włączenie ich w systemy handlu emisjami dwutlenku węgla, np. Europejski System Handlu Emisjami. Stanowiłoby to finansowy bodziec do ich rozwoju, choć może też doprowadzić do pojawienia się pewnych problemów:

- metody NET mogłyby być stosowane w ramach kompensacji emisji dwutlenku węgla, umożliwiając ograniczenie wysiłków na rzecz redukcji emisji. Metody te mają ograniczoną wydajność, zatem oznaczałoby to uszczuplenie do pewnego stopnia możliwości obniżenia ogólnej zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze,
- poszczególne metody wychwytywania wiążą dwutlenek węgla na różny (często trudny do oszacowania) czas, mogą zatem mieć różny koszt w przeliczeniu na tonę usuniętego dwutlenku węgla,
- wprowadzenie metod, takich jak przyspieszone wietrzenie, wapnowanie oceanów i wiązanie węgla w glebie, do systemów handlu emisjami dwutlenku węgla może być niemożliwe bez wypracowania dokładnego sposobu obliczania ilości dwutlenku węgla usuwanego w tych procesach.

Zresztą nawet gdyby metody usuwania gazów cieplarnianych zostały włączone do unijnego systemu handlu emisjami, to w dających się obecnie przewidzieć warunkach rynkowych nie staną się ekonomicznie opłacalne.

ZARZĄDZANIE

Aby w sposób istotny zmniejszyć koncentrację dwutlenku węgla, metody NET musiałyby być stosowane na szeroką skalę przez co najmniej sto lat. Choć inwestowanie w ich rozwój może okazać się konieczne, to prawdopodobne jest poważne ryzyko związane ze zmniejszeniem nakładów na działania zmierzające do ograniczenia emisji. Trudno prognozować ich wydajność i tempo, w jakim będą wdrażane. Część z nich, aby uzyskać pozwolenie na uruchomienie, będzie musiała przejść na poziomie krajowym i lokalnym przez długotrwałą procedurę. Wdrożenie każdej z metod usuwania gazów cieplarnianych będzie wywierać wpływ w skali globalnej, zatem konieczne stanie się przyjęcie międzynarodowych regulacji prawnych, w tym ustalenie celów i metody oceny efektów. Szczególnie dotyczy to „morskich" metod NET, które mogą przynieść szkodliwe skutki uboczne o ogólnoświatowym zasięgu.

Komisja Nauki i Technologii oraz Royal Society zaleciły ONZ przeprowadzenie przeglądu obowiązujących traktatów i konwencji międzynarodowych, aby sprawdzić, czy mogą one znaleźć zastosowanie w odniesieniu do metod usuwania gazów cieplarnianych oraz wypracować rozwiązania mające wyeliminować istniejące luki prawne. Naukowcy przedstawili propozycję zasad, które mają określić tryb podejmowania decyzji o stosowaniu technik geoinżynieryjnych (w tym metod NET). Ta propozycja została zaakceptowana przez Komisję jako podstawa do dyskusji o przepisach regulujących geoinżynierię:

- odpowiedzialność państwa za jej rozwój przy jednoczesnym zaangażowaniu sektora prywatnego,
- włączenie opinii publicznej w procedury podejmowania decyzji,
- pełna jawność planów badawczych i wyników badań,
- prowadzenie niezależnej oceny wpływu,
- zarządzanie procesem już na etapie przedrealizacyjnym.

Tłumaczenie: Albert Pol, Łukasz Żołądek

[2] http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf.

Biuro Nauki i Technologii (Parliamentary Office of Science and Technology, POST) – komórka obu izb parlamentu brytyjskiego, której zadaniem jest dostarczanie niezależnych, obiektywnych analiz dotyczących zagadnień politycznych w aspekcie naukowo-technicznym. Oryginał opracowania jest dostępny na stronie: http://www.parliament.uk/briefing-papers/POST-PN-447.



Biuro Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu służy eksperckim wsparciem posłom i organom Sejmu.
Wydaje m.in.: „Infos", „Studia BAS", „Zeszyty Prawnicze BAS", „Przed pierwszym czytaniem".
„Infos" – w zwięzłej formie podejmuje aktualne zagadnienia istotne dla polskiego społeczeństwa i gospodarki.

Wydawca: Wydawnictwo Sejmowe dla Biura Analiz Sejmowych
ul. Zagórna 3, 00-441 Warszawa, tel. 22 694 17 27, faks 22 694 10 05, www.bas.sejm.gov.pl

Projekt graficzny: Bogdan Żukowski

Redakcja: Jolanta Adamiec, Jakub Borawski (redaktor naczelny), Ewelina Gierach, Mirosław Gwiazdowicz, Justyna Osiecka-Chojnacka, Albert Pol, Łukasz Żołądek (sekretarz redakcji)

Kontakt: tel. 22 694 18 17, 22 694 17 53, e-mail: lukasz.zoladek@sejm.gov.pl